

(12) NACH DEM VERTRAG ÜBER DIE INTERNATIONALE ZUSAMMENARBEIT AUF DEM GEBIET DES  
PATENTWESENS (PCT) VERÖFFENTLICHTE INTERNATIONALE ANMELDUNG

(19) Weltorganisation für geistiges Eigentum  
Internationales Büro



(43) Internationales Veröffentlichungsdatum  
11. August 2005 (11.08.2005)

PCT

(10) Internationale Veröffentlichungsnummer  
**WO 2005/073535 A1**

(51) Internationale Patentklassifikation<sup>7</sup>: **F02B 29/04**,  
F02M 25/07

(21) Internationales Aktenzeichen: PCT/EP2005/000970

(22) Internationales Anmeldedatum:  
1. Februar 2005 (01.02.2005)

(25) Einreichungssprache: Deutsch

(26) Veröffentlichungssprache: Deutsch

(30) Angaben zur Priorität:  
10 2004 005 057.0 1. Februar 2004 (01.02.2004) DE

(71) Anmelder (für alle Bestimmungsstaaten mit Ausnahme von  
US): **BEHR GMBH & CO. KG** [DE/DE]; Mauserstrasse  
3, 70469 Stuttgart (DE).

(72) Erfinder; und

(75) Erfinder/Anmelder (nur für US): **MÜLLER, Rolf**  
[DE/DE]; Heinrich-Heine-Strasse 5, 71642 Ludwigsburg  
(DE). **PANTOW, Eberhard** [DE/DE]; Ellen-Key-Weg 8,  
70696 Möglingen (DE).

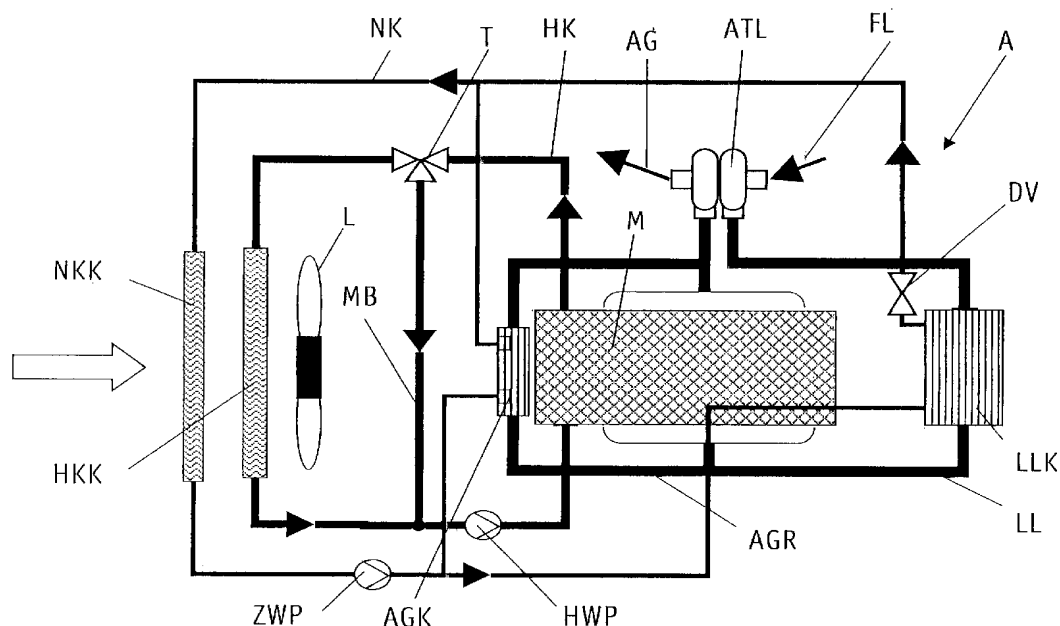
(74) Gemeinsamer Vertreter: **BEHR GMBH & CO. KG**; In-  
tellectual Property, G-IP, Mauserstrasse 3, 70469 Stuttgart  
(DE).

(81) Bestimmungsstaaten (soweit nicht anders angegeben, für  
jede verfügbare nationale Schutzrechtsart): AE, AG, AL,  
AM, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BR, BW, BY, BZ, CA, CH,  
CN, CO, CR, CU, CZ, DK, DM, DZ, EC, EE, EG, ES, FI,  
GB, GD, GE, GH, GM, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE,  
KG, KP, KR, KZ, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LV, MA, MD,  
MG, MK, MN, MW, MX, MZ, NA, NI, NO, NZ, OM, PG,  
PH, PL, PT, RO, RU, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SY, TJ, TM,

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]

(54) Title: ARRANGEMENT FOR COOLING EXHAUST GAS AND CHARGE AIR

(54) Bezeichnung: ANORDNUNG ZUR KÜHLUNG VON ABGAS UND LADELUFT



(57) Abstract: The invention relates to an arrangement (A) for cooling recycled exhaust gas (AG) and charge air (LL) in a motor vehicle comprising a turbocharger respectively comprising at least one heat exchanger for the exhaust gas flow and at least one heat exchanger for the charge air flow. At least one heat exchanger for the exhaust gas flow and one heat exchanger for the charge air flow form part of a common low temperature cooling circuit (NK). The invention also relates to a method for operating one such arrangement (A).

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]

WO 2005/073535 A1



TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, YU, ZA, ZM, ZW.

**(84) Bestimmungsstaaten** (soweit nicht anders angegeben, für jede verfügbare regionale Schutzrechtsart): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LS, MW, MZ, NA, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), eurasisches (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), europäisches (AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, MC, NL, PL, PT, RO, SE, SI, SK, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

**Erklärung gemäß Regel 4.17:**

— *Erfindererklärung (Regel 4.17 Ziffer iv) nur für US*

**Veröffentlicht:**

— *mit internationalem Recherchenbericht*

*Zur Erklärung der Zweibuchstaben-Codes und der anderen Abkürzungen wird auf die Erklärungen ("Guidance Notes on Codes and Abbreviations") am Anfang jeder regulären Ausgabe der PCT-Gazette verwiesen.*

---

**(57) Zusammenfassung:** Die Erfindung betrifft eine Anordnung (A) zur Kühlung von rückgeführtem Abgas (AG) und Ladeluft (LL) bei einem Kraftfahrzeug mit einem Turbolader mit mindestens je einem Wärmetauscher für den Abgasstrom und einem Wärmetauscher für den Ladeluftstrom, wobei mindestens jeweils ein Wärmetauscher für den Abgasstrom und ein Wärmetauscher für den Ladeluftstrom Teil eines gemeinsamen Niedertemperaturkühlmittel-Kreislaufs (NK) sind, sowie ein Verfahren zum Betreiben einer derartigen Anordnung (A).

5

### Anordnung zur Kühlung von Abgas und Ladeluft

10

Die Erfindung betrifft eine Anordnung zur Kühlung von Abgas und Ladeluft bei einem Kraftfahrzeug mit einem Turbolader gemäß dem Oberbegriff des Anspruches 1 sowie ein Verfahren zur Kühlung von Abgas und Ladeluft gemäß dem Oberbegriff des Anspruches 11.

15

Gemäß dem Stand der Technik werden zur Leistungssteigerung von Motoren Turbolader zur Verdichtung der Luft verwendet. Hierbei erfolgt jedoch eine Erwärmung der Luft, im Folgenden als Ladeluft bezeichnet, in Folge der Kompression im Turbolader auf Temperaturen von über 100°C. Um eine derartige Lufterwärmung zu vermindern, werden Luftkühler verwendet, die vorne im Kühlmodul angeordnet sind und zur Kühlung der Ladeluft dienen. Die Ladeluft strömt dabei durch einen Wärmetauscher, der von Umgebungsluft durchströmt und damit gekühlt wird. Dadurch ist eine Abkühlung der Ladeluft auf eine Temperatur möglich, die etwa 15-50 K über der Temperatur der Umgebungsluft liegt. Bei Teillast ist eine Abkühlung bis nahezu auf die Umgebungstemperatur möglich, jedoch verlässt das rückgeführte Abgas den Abgasrückführungs-Kühler je nach Betriebspunkt mit 150 bis 200°C. Dadurch ergibt sich insbesondere bei hohen Abgasrückföhrtraten eine relativ hohe Mischtemperatur im Saugrohr. Ursache hierfür ist, dass als Rückkühlmedium für den Abgas-Kühler das heiße Motorkühlmittel dient, wodurch eine

20  
25  
30

- 2 -

Abkühlung des Abgases auf unter 100°C auch bei einem sehr guten Austauschgrad des Abgas-Kühlers nicht möglich erscheint.

5 In der nachveröffentlichten DE 103 51 546 A1 wird vorgeschlagen, die hohe Temperatur des rückgeführten Abgases dadurch zu senken, dass ein weiterer Abgasrückführungs-Kühler verwendet wird, der mit Niedertemperatur-Kühlmittel oder Umgebungsluft gekühlt sein kann und dem ersten, mit Motorkühlmittel gekühlten Abgas-Kühler nachgeschaltet ist. Hierbei kann die Temperatur nach dem Mischen von Abgas und Ladeluft auf Grund der Kühlung des rückgeführten Abgasstroms durch das Motorkühlmittel nicht weit  
10 genug gesenkt werden, so dass dies sich nachteilig auf die Emissionen und den Verbrauch eines Dieselmotors auswirkt.

15 Wenn ein zusätzlicher Kühler für den Abgasstrom vorgesehen ist, der mit Niedertemperatur-Kühlmittel oder Umgebungsluft gekühlt wird, so erhöhen sich die Herstellungskosten der Anordnung deutlich.

20 Wird nach dem Zusammenführen des Abgases und der Ladeluft der Gasstrom über einen Kühler geführt, so wird die Anordnung kostengünstiger, jedoch gibt es bei dieser Variante ein Verschmutzungsproblem auf Grund der Partikel im Abgasstrom, das bei der gewünschten Wärmeübertragungsleistung nicht geklärt ist.

25 In Fig. 3 ist eine Anordnung mit direkter Ladeluftkühlung und in Fig. 4 mit indirekter Ladeluftkühlung gemäß dem Stand der Technik beispielhaft dargestellt.

30 Es ist Aufgabe der Erfindung, eine Anordnung der eingangs genannten Art zu verbessern, wobei bei möglichst geringen Herstellungskosten eine optimierte Abkühlung des Gasgemisches aus rückgeführtem Abgas und Ladeluft ermöglicht werden soll.

- 3 -

Diese Aufgabe wird gelöst durch eine Anordnung mit den Merkmalen des Anspruchs 1.

5 Erfindungsgemäß ist eine Anordnung zur Kühlung von rückgeführtem Abgas und Ladeluft bei einem Kraftfahrzeug mit einem Turbolader mit mindestens je einem Wärmetauscher für den Abgasstrom und einem Wärmetauscher für den Ladeluftstrom, vorgesehen, wobei mindestens jeweils ein Wärmetauscher für den Abgasstrom und ein Wärmetauscher für den Ladeluftstrom Teil  
10 eines gemeinsamen Niedertemperaturkühlmittel-Kreislaufs sind.

Vorzugsweise sind die beiden Wärmetauscher im Niedertemperaturkühlmittel-Kreislauf parallelgeschaltet, wobei die Kühlmittelverteilung bedarfsorientiert erfolgt, d.h. bei geringer Motorlast/Drehzahl wird insbesondere der Abgas-Kühler und bei hoher Motorlast/Drehzahl wird insbesondere der Ladeluft-Kühler von Kühlmittel durchströmt. Im Falle maximaler Motorlast/Drehzahl wird bevorzugt ausschließlich der Ladeluft-Kühler durchströmt.

20 Zum Umwälzen des Kühlmittels ist im Niedertemperaturkühlmittel-Kreislauf eine Pumpe angeordnet, wobei es sich bevorzugt um eine schaltbare, gegebenenfalls auch regelbare Pumpe handelt.

Die Pumpe ist bevorzugt vor der Verzweigung des Niedertemperaturkühlmittel-Kreislaufs angeordnet, so dass beide Zweige des Niedertemperaturkühlmittel-Kreislaufs optimal mit Kühlmittel versorgt werden können.

30 Zur Regelung des Kühlmittelstroms im Niedertemperaturkühlmittel-Kreislauf ist bevorzugt in einem der beiden parallelgeschalteten Bereiche des Niedertemperaturkühlmittel-Kreislaufs ein Drosselorgan, vorzugsweise ein Drosselventil, angeordnet. Dieses ist bevorzugt im Teil nach dem Ladeluft-Kühler am Kühlmittelaustritt angeordnet, da die Austrittstemperatur des Kühlmittels aus

- 4 -

dem Ladeluft-Kühler in Zusammenhang mit der Belastung des Motors steht, so dass eine einfache temperaturabhängige Regelung möglich ist, bevorzugt über ein Dehnstoffelement.

5     Im Folgenden wird die Erfindung anhand eines Ausführungsbeispiels mit Varianten unter Bezugnahme auf die Zeichnung im Einzelnen erläutert. In der Zeichnung zeigen:

10     Fig. 1   eine schematische Darstellung einer erfindungsgemäßen Anordnung zur Kühlung von Abgas und Ladeluft bei einem Kraftfahrzeug gemäß dem Ausführungsbeispiel,

15     Fig. 2   eine schematische Darstellung des Verlaufs der abzuführenden Wärmemenge im Ladeluft-Kühler und Abgas-Kühler über der Motorlast, wobei die maximale Kühlleistung bei einer herkömmlichen Anordnung mit einer erfindungsgemäßen Anordnung verglichen wird,

20     Fig. 3   eine Anordnung mit direkter Ladeluftkühlung gemäß dem Stand der Technik, und

   Fig. 4   eine Anordnung mit indirekter Ladeluftkühlung gemäß dem Stand der Technik.

25     Eine Anordnung A zur Kühlung von Abgas AG und Ladeluft LL bei einem Kraftfahrzeug mit einem (Abgas-)Turbolader ATL weist einen Hauptkühlmittel-Kreislauf HK und einen Nebenkühlmittel-Kreislauf NK auf, auf die an späterer Stelle näher eingegangen wird.

30     Vom Turbolader ATL wird Frischluft FL (angedeutet in Fig. 1 durch einen Pfeil) aus der Umgebung angesaugt, diese verdichtet, in einem Ladeluft-

- 5 -

Kühler LLK gekühlt und einem Motor M zugeführt. Gemeinsam und vermischt mit der verdichteten, gekühlten Ladeluft LL wird dem Motor M über eine Abgasrückführung AGR zurückgeführtes und mittels eines Abgas-Kühler AGK gekühltes Abgas AG zugeführt, welches je nach Bedarf dem  
5 Abgasstrom nach Verlassen des Motors M abgezweigt, rückgeführt und der Ladeluft LL beigemischt wird oder abgeführt (angedeutet durch einen Pfeil in Fig. 1) wird.

Die Motorkühlung erfolgt mittels eines im Hauptkühlmittel-Kreislauf HK zirkulierenden Kühlmittels, welches über eine Hauptwasser-Pumpe HWP umgewälzt wird. Je nach Temperatur nach Durchströmen des Motors M wird das Kühlmittel, geregelt durch einen Thermostaten T, durch einen unterstützt von einem Lüfter L luftgekühlten Hauptkühlmittel-Kühler HKK oder vorbei an diesem durch einen Motorbypass MB und wieder zur Pumpe HWP geleitet.  
10

Die Kühlung der Ladeluft LL sowie des Abgases AG erfolgt mittels eines im Niedertemperaturkühlmittel-Kreislauf NK zirkulierenden Kühlmittels, das von einer schaltbaren Zusatzwasser-Pumpe ZWP umgewälzt wird. Kurz nach der Pumpe ZWP ist eine Verzweigung vorgesehen, wobei ein Weg über den Abgas-Kühler AGK und der zweite Weg über den Ladeluft-Kühler LLK und ein  
20 hiernach angeordnetes und der Regelung der Kühlmittelverteilung dienendes, temperaturgesteuertes Drosselventil DV führt. Die beiden Kühlmittelströme werden anschließend wieder zusammengeführt und durchströmen einen parallel in Luftströmungsrichtung gesehen vor dem Hauptkühlmittel-Kühler HKK angeordneten Niedertemperaturkühlmittel-Kühler NKK und gelangen wiederum zur Pumpe ZWP.  
25

Wie aus Fig. 2 ersichtlich ist, steigt der Kühlbedarf, d.h. die abzuführende Wärmemenge, im Ladeluft-Kühler LLK mit zunehmender Motorlast an, während der Kühlbedarf des Abgas-Kühlers AGK im mittleren Motorlastbereich maximal ist und bei weiter steigender Motorlast wieder auf etwa Null abfällt,  
30

- 6 -

so dass sich ein Gesamtkühlbedarf ergibt, der bis zu etwa 50%-iger Motorlast stetig ansteigt und annähernd auf dem Maximalwert verbleibt.

5 Da die Kühlmitteltemperatur am Kühlmittelaustritt des Ladeluft-Kühlers LLK in Zusammenhang mit der Motorlast steht, ermöglicht das Drosselventil DV, vorliegend ein Dehnstoffelement, auf einfache und kostengünstige Weise eine weitgehend optimierte Verteilung des Kühlmittelstroms auf die beiden Kühler AGK und LLK, so dass bei niedrigen bis mittleren Motorlasten und Drehzahlen hauptsächlich der Abgas-Kühler AGK durchströmt wird, während  
10 im Bereich der Volllast und bei hohen Drehzahlen hauptsächlich der Ladeluft-Kühler LLK durchströmt wird, und sich insgesamt die Mischtemperatur aus rückgeführtem Abgas AG und Ladeluft LL dem erreichbaren Minimum sehr stark annähert.

15 Gemäß einer alternativen Ausführungsform ist ein Drosselorgan in der Abgasrückführung AGR oder an einer anderen Stelle der Ladeluftführung angeordnet. Dabei wird beispielsweise die Kühlmitteltemperatur am Austritt des Abgas-Kühlers AGK und des Ladeluft-Kühlers LLK jeweils mittels eines Sensors ermittelt und das Drosselorgan über eine entsprechend definierte Logik  
20 angesteuert.

Ferner kann eine regelbare Zusatzkühlmittel-Pumpe anstelle der gemäß dem Ausführungsbeispiel vorgesehenen schaltbaren Zusatzkühlmittel-Pumpe ZKP vorgesehen sein. Diese ermöglicht eine genauere Anpassung des  
25 Kühlmittelvolumenstroms an den aktuellen Bedarf, jedoch sind die Kosten für eine regelbare Pumpe und die entsprechende Steuerung unter Umständen höher als die Kosten einer einfacheren Pumpe.

Als dritte Variante ist auch eine serielle Anordnung der Wärmetauscher im  
30 Niedertemperaturkühlmittel-Kreislauf möglich, diese bedingt jedoch eine Vorerwärmung des Kühlmittels beim Eintritt in den stromabwärts angeord-



- 7 -

neten zweiten Wärmetauscher durch die Wärmelast des ersten Wärmetauschers, was gegenüber der parallelen Anordnung der Wärmetauscher unter Umständen zu einer erhöhten Temperatur des Gasgemisches führt. Dabei kann beispielsweise am ersten Wärmetauscher ein bevorzugt über ein Drosselorgan regelbarer Kühlmittel-Bypass vorgesehen sein.

Die Abgasrückführung kann im Rahmen der vorliegenden Erfindung auf der Hochdruckseite oder auf der Niederdruckseite des Ladeluft- bzw. Abgasführungssystems, jeweils von einem Turbolader aus gesehen, erfolgen.

Fig. 5 zeigt ein Ausführungsbeispiel der vorliegenden Erfindung, bei dem das Abgas auf der Hochdruckseite des Abgasturboladers 1 rückgeführt wird. Frischluft 2 wird von der Pumpe 5 des Abgasturboladers 1 angesaugt und komprimiert. Wärme, die dabei entsteht, wird in einem Ladeluftkühler 3 abgegeben, so dass die Ladeluft in gekühltem Zustand über die Ladeluftleitung 6 dem Motor 4 zugeführt wird. Das Abgas 7 des Motors 4 wird über eine Abgasleitung 8 aus dem Motor 4 abgeführt und treibt eine Turbine 9 des Abgasturboladers 1 an.

Zumindest in einigen Betriebszuständen des Motors 4 wird ein Teil des Abgases 7 über eine Abgasrückführleitung 10 der Ladeluft in der Ladeluftleitung 6 zugeführt. In der Abgasrückführleitung 10 befinden sich für eine zweistufige Abgasrückführkühlung zwei Abgaskühler 11, 12, die über eine Bypassleitung 13 umgehbar sind. Beispielsweise während einer Aufwärmphase des Motors 4 ist eine verminderte Kühlung des rückgeführten Abgases erwünscht, so dass in diesem Fall ein Ventil 14, vorzugsweise als Bypassklappe ausgebildet, das rückzuführende Abgas in den Bypasskanal 13 lenkt. Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform ist das Ventil 14 als Dreiwegenventil ausgebildet und regelt auch die rückgeführte Abgasmenge.

- 8 -

Ein Hauptkühlkreislauf 15 für die Kühlung des Motors 4 wird von einem Kühlmittel durchströmt, das von einer Hauptkühlmittelpumpe 16 umgewälzt und von einem Hauptkühlmittelkühler 17 gekühlt wird, wobei der Hauptkühlmittelkühler 17 mittels eines Ventils 18, vorzugsweise als Thermostat ausgebildet, über eine Bypassleitung 19 umgehbar ist.

Ein Niedertemperaturkühlkreislauf 20 für die Kühlung des Ladeluftkühlers 3 wird von einem Kühlmittel durchströmt, das von einer Zusatzkühlmittelpumpe 21 umgewälzt und von einem Niedertemperaturkühlmittelkühler 22 gekühlt wird, wobei der Niedertemperaturkühler 22 und der Hauptkühlmittelkühler 17 nacheinander von Kühlluft 23 durchströmt werden, die wiederum in einigen Betriebszuständen von einem Lüfter 24 angesaugt wird.

Die erste Stufe der zweistufigen Abgasrückführkühlung wird durch den Abgaskühler 11 gebildet, der parallel zum Motor 4 in den Hauptkühlkreislauf 15 eingebunden ist und einem Wärmeübertrag von dem rückzuführenden Abgas auf das Kühlmittel in dem Hauptkühlkreislauf 15 dient.

Die zweite Stufe der zweistufigen Abgasrückführkühlung wird durch den Abgaskühler 12 gebildet, der parallel zum Ladeluftkühler 3 in den Niedertemperaturkühlkreislauf 20 eingebunden ist und einem Wärmeübertrag von dem rückzuführenden Abgas auf das Kühlmittel in dem Niedertemperaturkühlkreislauf 20 dient. Somit ist eine effektivere Kühlung des rückzuführenden Abgases möglich.

Ähnlich wie in Fig. 1 kann ein regelbares Drosselventil nach dem Abgaskühler 12 oder nach dem Ladeluftkühler 3 angeordnet sein. Bei dem gezeigten Ausführungsbeispiel ist das Drosselventil als Dreiwegeventil 27 ausgebildet, das entweder nur für Kühlmittel aus dem Abgaskühler 12 oder nur für Kühlmittel aus dem Ladeluftkühler 3 durchlässig ist oder vorzugsweise stufenlos ein Mengenverhältnis der beiden Kühlmittelströme reguliert, beispielsweise

- 9 -

in Abhängigkeit der Kühlmitteltemperatur, insbesondere mit Hilfe eines Dehnstoffelements. Bei anderen Ausführungsbeispielen ist stattdessen oder zusätzlich eine feste Drossel nach zumindest einem der beiden Wärmeübertrager vorgesehen, die unter Umständen auch entfällt, wenn beispielsweise ein kühlmittelseitiger Druckabfall über den Abgaskühler 12 in einem vorgegebenen Verhältnis zu einem kühlmittelseitigen Druckabfall über den Ladeluftkühler 3 steht. In diesem Fall wird das oben genannte Mengenverhältnis auf einen zweckmäßigen Wert eingestellt.

Fig. 6 zeigt ein Ausführungsbeispiel der vorliegenden Erfindung, bei dem das Abgas auf der Niederdruckseite des Abgasturboladers 101 rückgeführt wird. Frischluft 102 wird zumindest in einigen Betriebszuständen eines Motors 104 mit rückgeführtem Abgas gemischt und von der Pumpe 105 des Abgasturboladers 101 angesaugt und komprimiert. Wärme, die dabei entsteht, wird in einem Ladeluftkühler 103 an ein Kühlmittel abgegeben, so dass die Ladeluft in gekühltem Zustand über die Ladeluftleitung 106 dem Motor 104 zugeführt wird. Das Abgas 107 des Motors 104 wird über eine Abgasleitung 108 aus dem Motor 104 abgeführt und treibt eine Turbine 109 des Abgasturboladers 101 an.

Zumindest in einigen Betriebszuständen des Motors 104 wird ein Teil des Abgases 107 mittels eines Abgasrückführventils 125 über eine Abgasrückführleitung 110 der Ansaugluft 102 zugemischt. In der Abgasrückführleitung 110 befinden sich für eine zweistufige Abgasrückführkühlung zwei Abgaskühler 111, 112. Auf der Hochdruckseite ist eine Bypassleitung 113 vorgesehen, über die mittels eines Bypassventils 126 ein Teil des Abgases ohne speziell vorgesehene Kühlung der Ladeluftleitung 106 zuführbar ist. Beispielsweise während einer Aufwärmphase des Motors 104 ist eine verminderte Kühlung des rückgeführten Abgases erwünscht, so dass in diesem Fall das Bypassventil 126 das rückzuführende Abgas in die Ladeluftleitung 106 lenkt. Das Abgas wird dabei auf der Hochdruckseite, auf der die Abgastem-

- 10 -

peratur höher als auf der Niederdruckseite ist, rückgeführt, damit in dem betreffenden Betriebszustand des Motors 104 möglichst wenig Wärme verloren geht.

5 Ein Hauptkühlkreislauf 115 für die Kühlung des Motors 104 wird von einem Kühlmittel durchströmt, das von einer Hauptkühlmittelpumpe 116 umgewälzt und von einem Hauptkühlmittelkühler 117 gekühlt wird, wobei der Hauptkühlmittelkühler 117 mittels eines Ventils 118, vorzugsweise als Thermostat ausgebildet, über eine Bypassleitung 119 umgehbar ist.

10

Ein Niedertemperaturkühlkreislauf 120 für die Kühlung des Ladeluftkühlers 103 wird von einem Kühlmittel durchströmt, das von einer Zusatzkühlmittelpumpe 121 umgewälzt und von einem Niedertemperaturkühlmittelkühler 122 gekühlt wird, wobei der Niedertemperaturkühler 122 und der Hauptkühlmittelkühler 117 nacheinander von Kühlluft 123 durchströmt werden, die wiederum in einigen Betriebszuständen von einem Lüfter 124 angesaugt wird.

15

Die erste Stufe der zweistufigen Abgasrückführkühlung wird durch den Abgaskühler 111 gebildet, der parallel zum Motor 104 in den Hauptkühlkreislauf 115 eingebunden ist und einem Wärmeübertrag von dem rückzuführenden Abgas auf das Kühlmittel in dem Hauptkühlkreislauf 115 dient.

20

Die zweite Stufe der zweistufigen Abgasrückführkühlung wird durch den Abgaskühler 112 gebildet, der parallel zum Ladeluftkühler 103 in den Niedertemperaturkühlkreislauf 120 eingebunden ist und einem Wärmeübertrag von dem rückzuführenden Abgas auf das Kühlmittel in dem Niedertemperaturkühlkreislauf 120 dient. Somit ist auch hier eine effektivere Kühlung des rückzuführenden Abgases möglich.

25

30 Ähnlich wie in Fig. 1 kann ein regelbares Drosselventil nach dem Abgaskühler 112 oder nach dem Ladeluftkühler 103 angeordnet sein. Bei dem ge-

- 11 -

zeigten Ausführungsbeispiel ist das Drosselventil als Dreiwegeventil 127 ausgebildet, das entweder nur für Kühlmittel aus dem Abgaskühler 112 oder nur für Kühlmittel aus dem Ladeluftkühler 103 durchlässig ist oder vorzugsweise stufenlos ein Mengenverhältnis der beiden Kühlmittelströme reguliert, 5 beispielsweise in Abhängigkeit der Kühlmitteltemperatur, insbesondere mit Hilfe eines Dehnstoffelements. Bei anderen Ausführungsbeispielen ist stattdessen oder zusätzlich eine feste Drossel nach zumindest einem der beiden Wärmeübertrager vorgesehen, die unter Umständen auch entfällt, wenn beispielsweise ein kühlmittelseitiger Druckabfall über den Abgaskühler 112 in 10 einem vorgegebenen Verhältnis zu einem kühlmittelseitigen Druckabfall über den Ladeluftkühler 103 steht. In diesem Fall wird das oben genannte Mengenverhältnis auf einen zweckmäßigen Wert eingestellt.

15

5

**Bezugszeichenliste**

- 10     A Anordnung zur Kühlung von rückgeführtem Abgas und Ladeluft  
       AG Abgas  
       AGK Abgas-Kühler  
       AGR Abgasrückführung  
       ATL Abgasturbolader
- 15     DV Drosselventil  
       FL Frischluft  
       HK Hauptkühlmittel-Kreislauf  
       HKK Hauptkühlmittel-Kühler  
       HWP Hauptwasser-Pumpe
- 20     L Lüfter  
       LL Ladeluft  
       LLK Ladeluft-Kühler  
       M Motor  
       MB Motorbypass
- 25     NK Niedertemperaturkühlmittel-Kreislauf  
       NKK Niedertemperaturkühlmittel-Kühler  
       T Thermostat  
       ZWP Zusatzkühlmittel-Pumpe

5

**P a t e n t a n s p r ü c h e**

- 10 1. Anordnung (A) zur Kühlung von rückgeführtem Abgas (AG) und Ladeluft (LL) bei einem Kraftfahrzeug mit einem Turbolader mit mindestens je einem Wärmetauscher für den Abgasstrom und einem Wärmetauscher für den Ladeluftstrom, **dadurch gekennzeichnet**, dass mindestens jeweils ein Wärmetauscher für den Abgasstrom und ein Wärmetauscher für den Ladeluftstrom Teil eines gemeinsamen Niedertemperaturkühlmittel-Kreislaufs (NK) sind.
- 15 2. Anordnung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass die beiden Wärmetauscher im Niedertemperaturkühlmittel-Kreislauf (NK) parallelgeschaltet sind.
- 20 3. Anordnung nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, dass im Niedertemperaturkühlmittel-Kreislauf (NK) eine Pumpe (ZWP) angeordnet ist.
- 25 4. Anordnung nach Anspruch 3, dadurch gekennzeichnet, dass die Pumpe (ZWP) regelbar oder schaltbar ist.
- 30 5. Anordnung nach einem der Ansprüche 3 und 4, dadurch gekennzeichnet, dass die Pumpe (ZWP) vor der Verzweigung des Niedertemperaturkühlmittel-Kreislaufs (NK) angeordnet ist.

6. Anordnung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass Teil des Niedertemperaturkühlmittel-Kreislaufs (NK) ein luftgekühlter Niedertemperaturkühlmittel-Kühler (NKK) ist.
- 5
7. Anordnung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass ein Drosselorgan zur Regelung des Kühlmittelstroms im Niedertemperaturkühlmittel-Kreislauf (NK) in einem der beiden parallelgeschalteten Bereiche des Niedertemperaturkühlmittel-
- 10
- Kreislaufs (NK) angeordnet ist.
8. Anordnung nach Anspruch 7, dadurch gekennzeichnet, dass das Drosselorgan ein regelbares Drosselventil (DV) ist.
- 15
9. Anordnung nach Anspruch 7 oder 8, dadurch gekennzeichnet, dass das Drosselorgan ein Dehnstoffelement aufweist.
10. Anordnung nach einem der Ansprüche 7 bis 9, dadurch gekennzeichnet, dass das Drosselorgan am Kühlmittelaustritt des Ladeluft-Kühlers (LLK) angeordnet ist.
- 20
11. Verfahren zur Kühlung von Abgas und Ladeluft mit einer Anordnung zur Kühlung von rückgeführtem Abgas (AG) und Ladeluft (LL) bei einem Kraftfahrzeug mit einem Turbolader mit mindestens je einem Wärmetauscher für den Abgasstrom und einem Wärmetauscher für den Ladeluftstrom, **dadurch gekennzeichnet**, dass zur Kühlung des rückgeführten Abgases (AG) und der Ladeluft (LL) Kühlmittel des gleichen Niedertemperaturkühlmittel-Kreislaufs (NK) verwendet wird.
- 25



- 15 -

12. Verfahren nach Anspruch 11, dadurch gekennzeichnet, dass das Kühlmittel bei niedrigen und mittleren Motorlasten und Drehzahlen zu mehr als 50% dem Abgas-Kühler (AGK) zugeführt wird.
- 5 13. Verfahren nach Anspruch 11 oder 12, dadurch gekennzeichnet, dass das Kühlmittel bei hohen Motorlasten und Drehzahlen, insbesondere im Bereich der Vollast, zu mehr als 50% dem Ladeluft-Kühler (LLK) zugeführt wird.

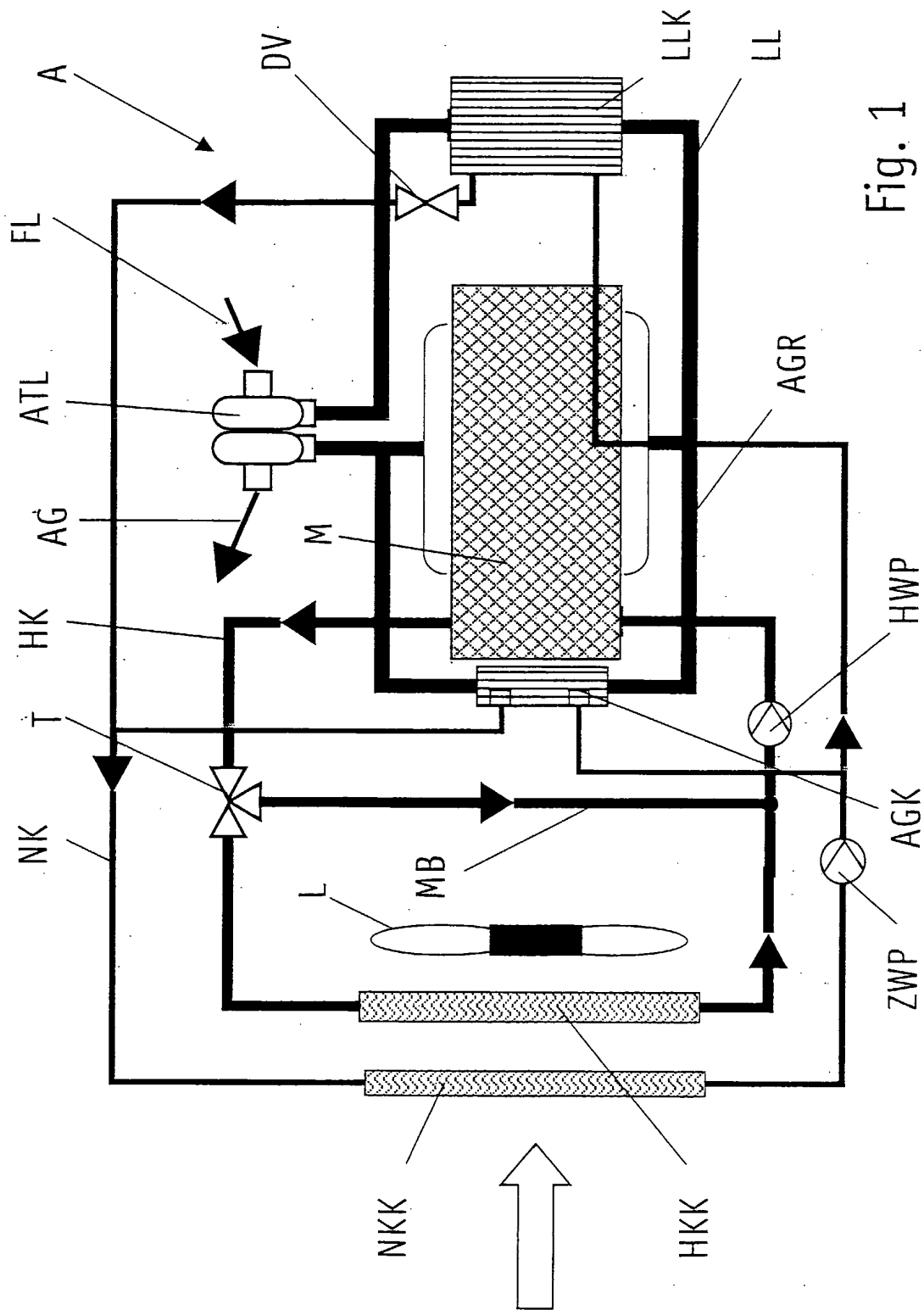


Fig. 1

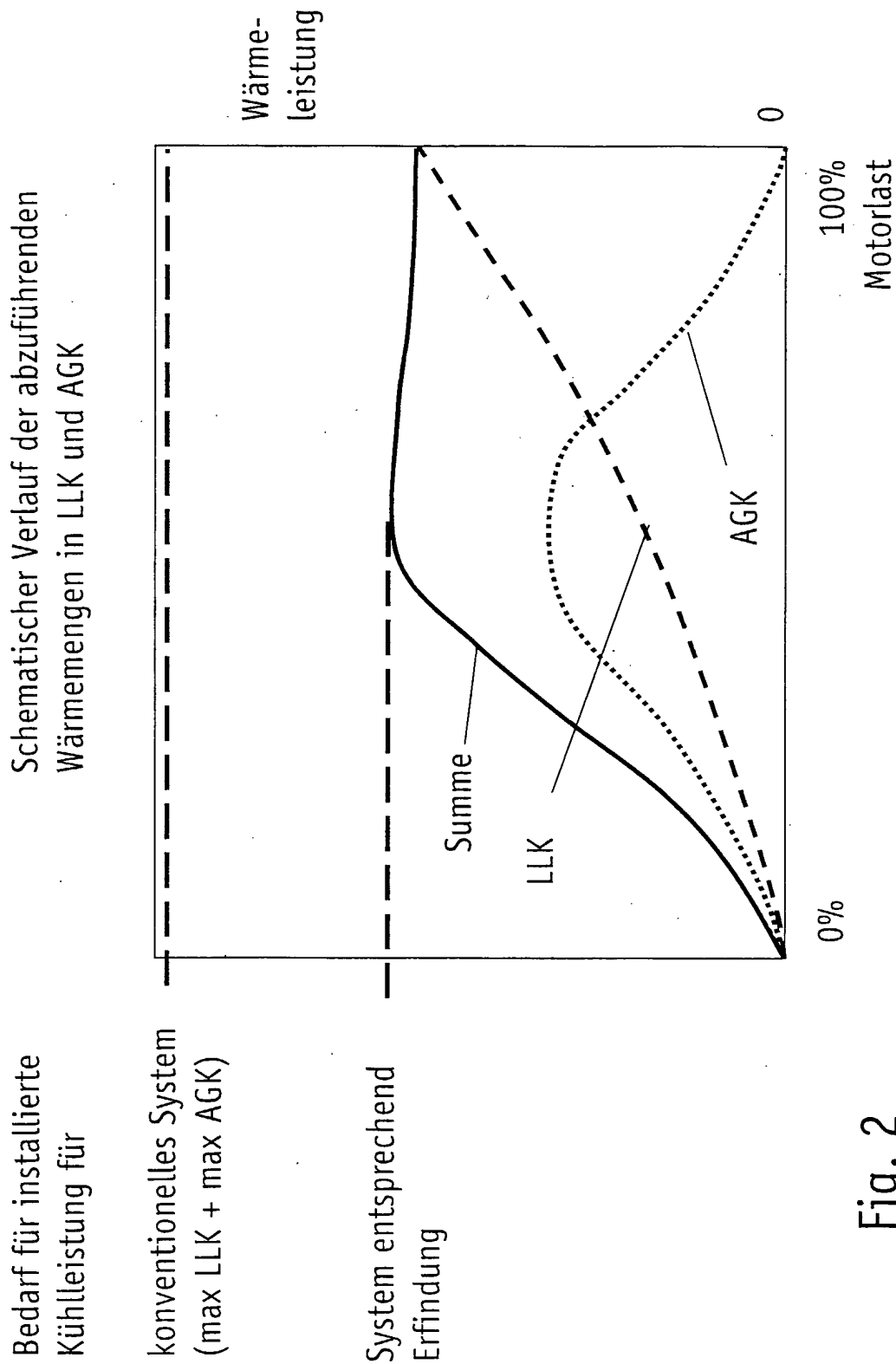


Fig. 2

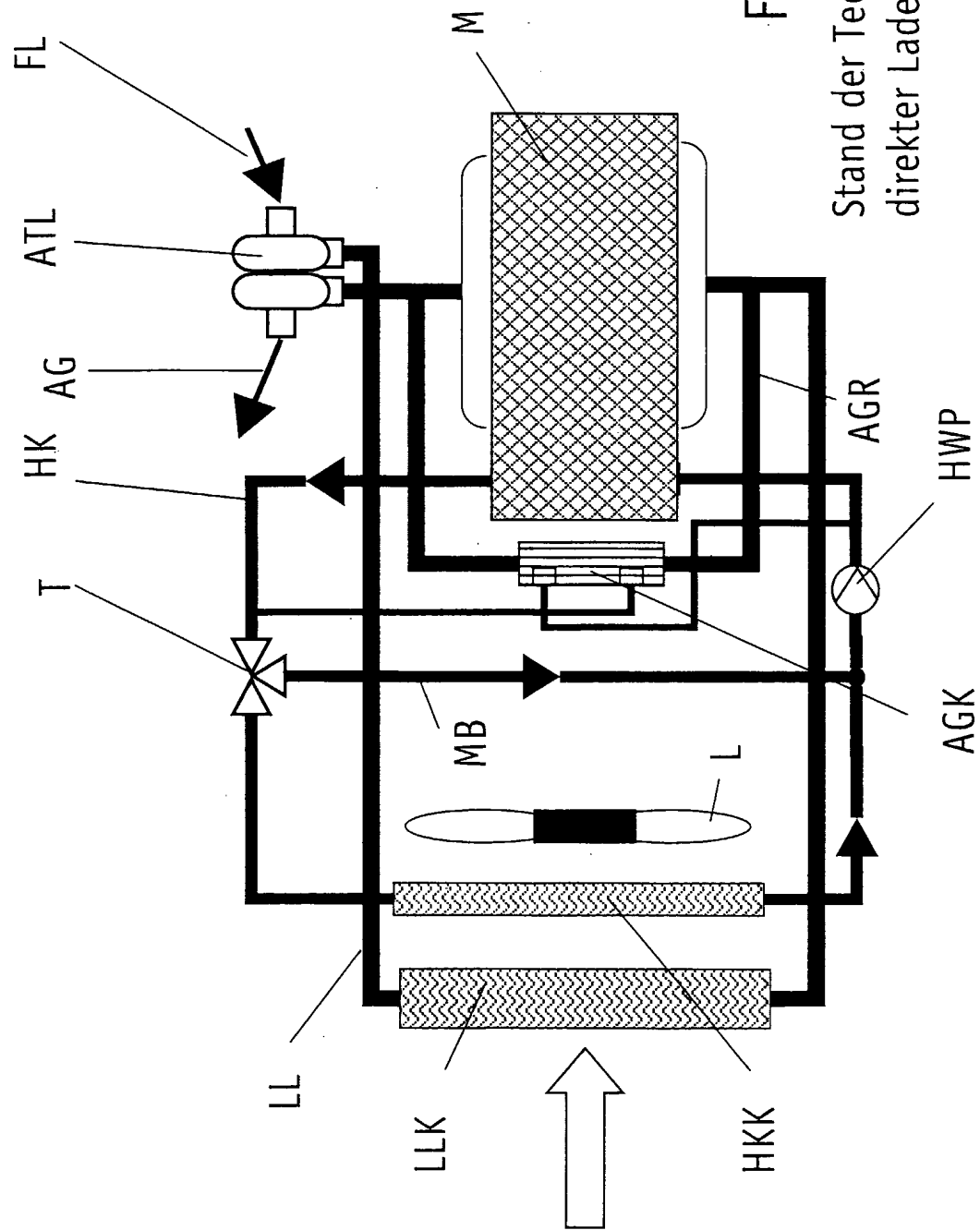


Fig. 3  
Stand der Technik mit  
direkter Ladeluftkühlung

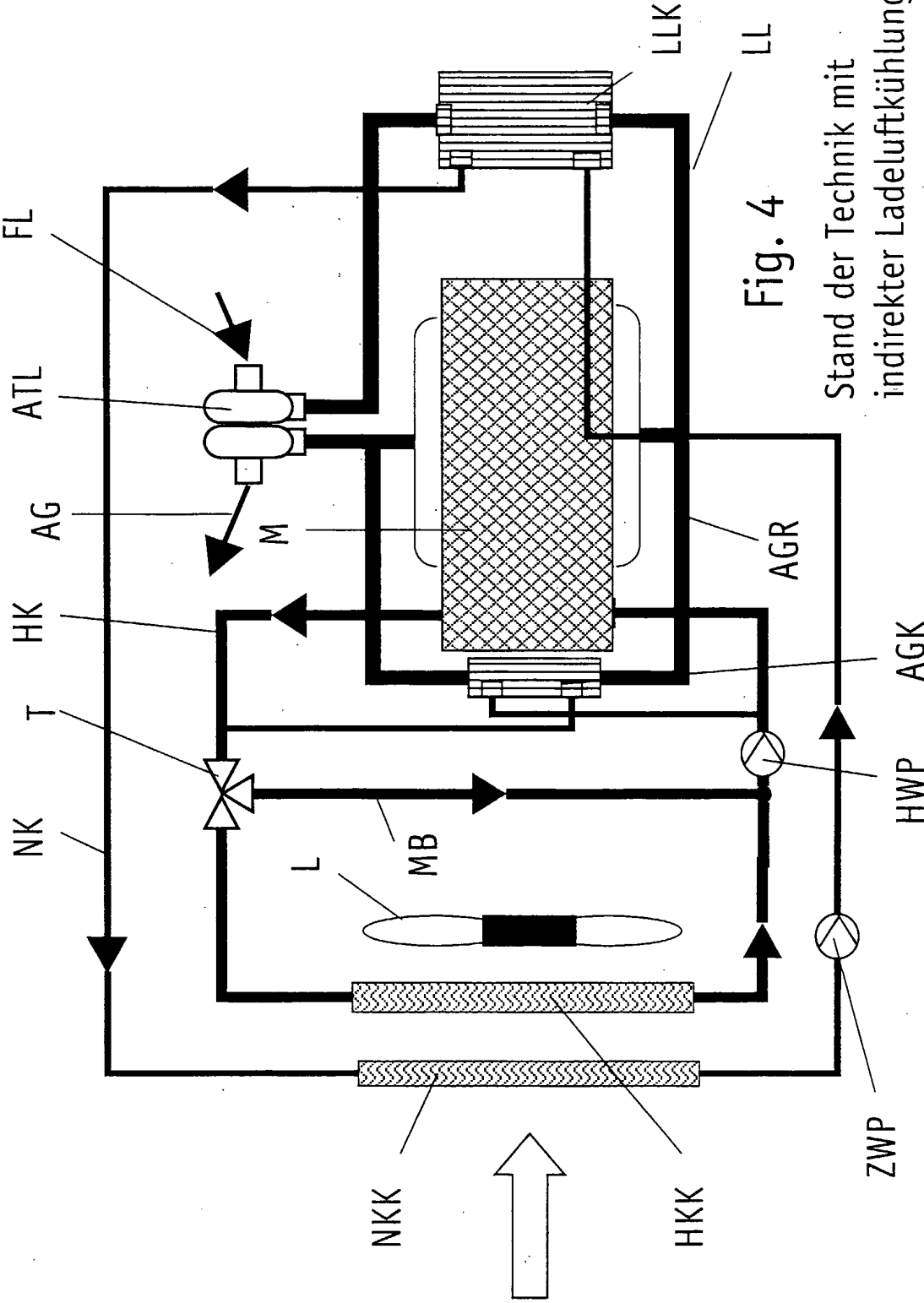
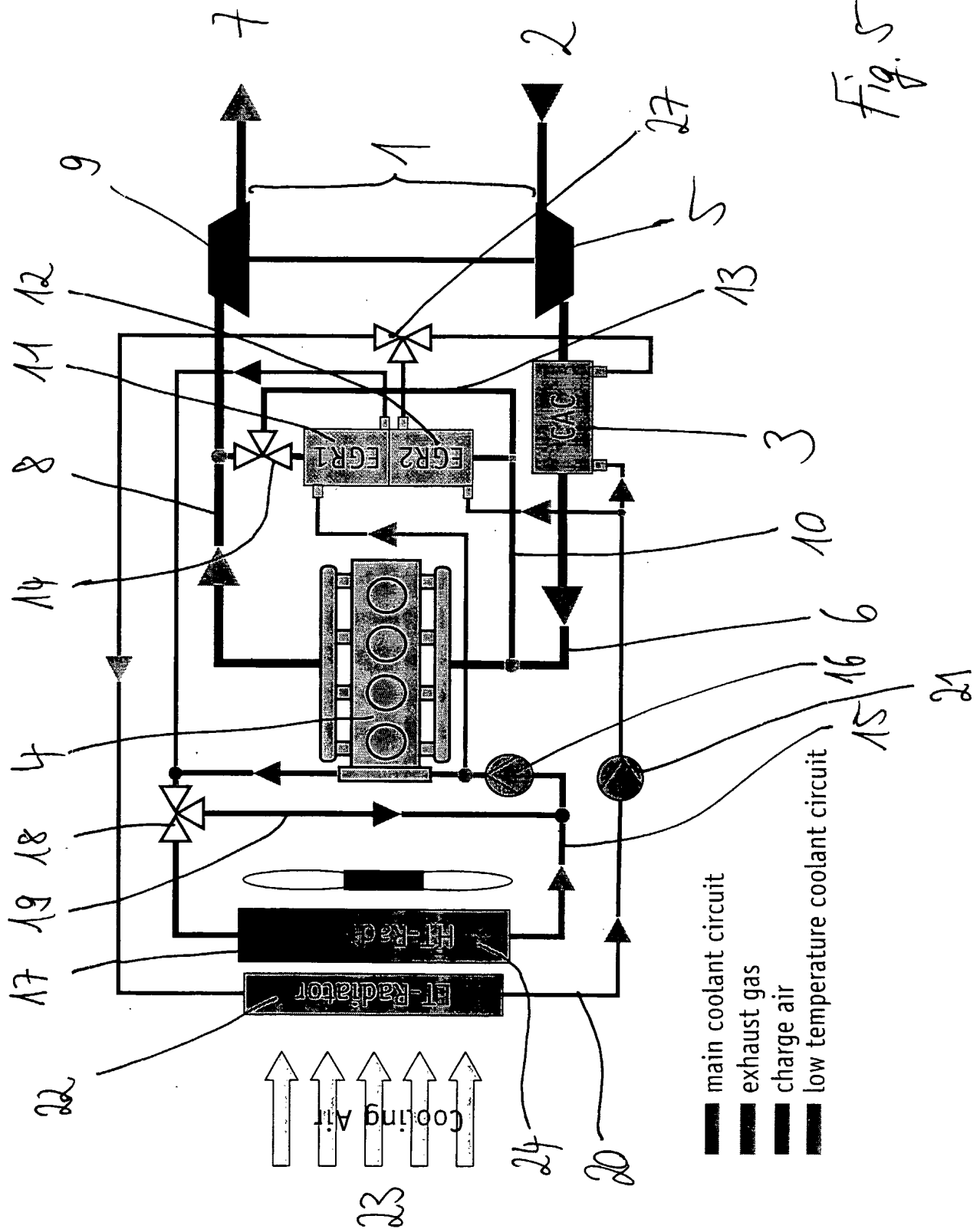


Fig. 4

Stand der Technik mit  
indirekter Ladeluftkühlung



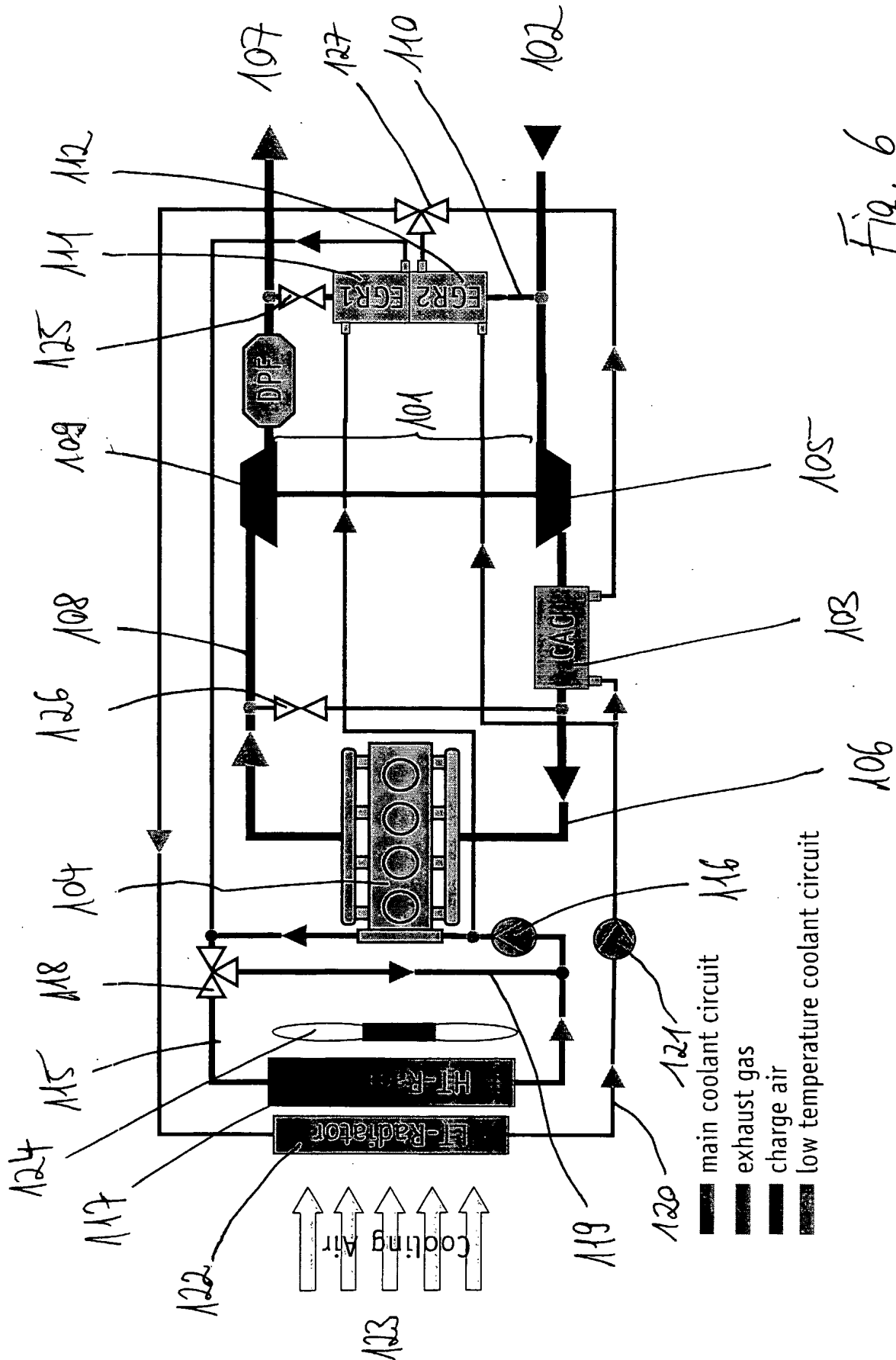


Fig. 6

## INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International Application No  
PCT/EP2005/000970

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER  
IPC 7 F02B29/04 F02M25/07

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

## B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

IPC 7 F02B F02M

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practical, search terms used)

EPO-Internal, WPI Data, PAJ

## C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

| Category * | Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages   | Relevant to claim No. |
|------------|--|-----------------------|
| X          | EP 1 170 498 A (PEUGEOT CITROEN<br>AUTOMOBILES SA)<br>9 January 2002 (2002-01-09)<br>abstract; figures<br>column 4, paragraph 15 - column 5,<br>paragraph 25 | 1-4, 6-8,<br>11       |
| A          | column 5, paragraph 31 - paragraph 40  | 5, 9, 10,<br>12, 13   |
| X          | WO 03/069149 A (VALEO THERMIQUE MOTEUR;<br>GUERRERO, PASCAL)<br>21 August 2003 (2003-08-21)<br>abstract; figures   | 1-8,<br>10-13         |
| A          | page 6, line 34 - page 8, last line<br>page 10, line 15 - page 15, line 1<br>-----<br>-/--   | 9                     |

☒ Further documents are listed in the continuation of box C.

☒ Patent family members are listed in annex.

\* Special categories of cited documents:

- \*A\* document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance
- \*E\* earlier document but published on or after the international filing date
- \*L\* document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)
- \*O\* document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means
- \*P\* document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

- \*T\* later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention
- \*X\* document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone
- \*Y\* document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art.
- \*G\* document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

26 April 2005

Date of mailing of the international search report

03/05/2005

Name and mailing address of the ISA

European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2  
NL - 2280 HV Rijswijk  
Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl,  
Fax: (+31-70) 340-3016

Authorized officer

Döring, M



## INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International Application No

PCT/EP2005/000970

## C.(Continuation) DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

| Category ° | Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages  | Relevant to claim No.  |
|------------|---|------------------------|
| X          | EP 1 059 432 A (MITSUBISHI HEAVY IND, LTD;<br>GENERAL MOTORS CORP)<br>13 December 2000 (2000-12-13)<br>abstract; figures<br>column 3, paragraph 18 - column 4,<br>paragraph 21                  | 1,3,4,6,<br>11         |
| A          | column 6, paragraph 37 - column 8,<br>paragraph 53  | 2,5,<br>7-10,12,<br>13 |
| P,X        | -----<br>WO 2004/044402 A (PEUGEOT CITROEN<br>AUTOMOBILES SA; TOMASELLI, LUDOVIC; MONIE,<br>NICOLAS) 27 May 2004 (2004-05-27)   | 1-8,10,<br>11          |
| P,A        | abstract; figures<br>page 6, line 13 - page 8, line 20  | 9,12,13                |
| A          | -----<br>EP 1 091 113 A (CUMMINS ENGINE CO, INC;<br>BEHR GMBH & CO; BEHR AMERICA, INC)<br>11 April 2001 (2001-04-11)<br>abstract; figures<br>column 3, paragraph 15 - column 5,<br>paragraph 24 | 1-13                   |
| A          | -----<br>WO 99/15773 A (TURBODYNE SYSTEMS, INC)<br>1 April 1999 (1999-04-01)<br>abstract; figures   | 1-13                   |
| A          | -----<br>DE 196 33 190 A1 (DAIMLER-BENZ AG)<br>19 February 1998 (1998-02-19)<br>abstract; figures<br>-----  | 1-13                   |

## INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International Application No  
PCT/EP2005/000970

| Patent document<br>cited in search report |    | Publication<br>date |    | Patent family<br>member(s) |  | Publication<br>date |
|---|----|---------------------|----|----------------------------|--|---------------------|
| EP 1170498                                | A  | 09-01-2002          | FR | 2811376 A1                 |  | 11-01-2002          |
|   |    |                     | EP | 1170498 A1                 |  | 09-01-2002          |
| WO 03069149                               | A  | 21-08-2003          | FR | 2835884 A1                 |  | 15-08-2003          |
|   |    |                     | AU | 2003214355 A1              |  | 04-09-2003          |
|   |    |                     | EP | 1474601 A1                 |  | 10-11-2004          |
|   |    |                     | WO | 03069149 A1                |  | 21-08-2003          |
|   |    |                     | US | 2005034712 A1              |  | 17-02-2005          |
| EP 1059432                                | A  | 13-12-2000          | US | 6321697 B1                 |  | 27-11-2001          |
|   |    |                     | CN | 1277928 A ,C               |  | 27-12-2000          |
|   |    |                     | DE | 60006612 D1                |  | 24-12-2003          |
|   |    |                     | DE | 60006612 T2                |  | 16-09-2004          |
|   |    |                     | EP | 1059432 A2                 |  | 13-12-2000          |
|   |    |                     | JP | 2001003747 A               |  | 09-01-2001          |
| WO 2004044402                             | A  | 27-05-2004          | FR | 2847004 A1                 |  | 14-05-2004          |
|   |    |                     | WO | 2004044402 A1              |  | 27-05-2004          |
| EP 1091113                                | A  | 11-04-2001          | US | 6244256 B1                 |  | 12-06-2001          |
|   |    |                     | EP | 1091113 A2                 |  | 11-04-2001          |
|   |    |                     | JP | 2001140704 A               |  | 22-05-2001          |
| WO 9915773                                | A  | 01-04-1999          | AT | 242841 T                   |  | 15-06-2003          |
|   |    |                     | AU | 9495198 A                  |  | 12-04-1999          |
|   |    |                     | DE | 69815543 D1                |  | 17-07-2003          |
|   |    |                     | DE | 69815543 T2                |  | 29-01-2004          |
|   |    |                     | EP | 1017934 A1                 |  | 12-07-2000          |
|   |    |                     | WO | 9915773 A1                 |  | 01-04-1999          |
|   |    |                     | US | 6138649 A                  |  | 31-10-2000          |
| DE 19633190                               | A1 | 19-02-1998          | FR | 2752440 A1                 |  | 20-02-1998          |
|   |    |                     | GB | 2316445 A ,B               |  | 25-02-1998          |
|   |    |                     | IT | RM970504 A1                |  | 15-02-1999          |

**A. KLASSIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES**  
 IPK 7 F02B29/04 F02M25/07

Nach der Internationalen Patentklassifikation (IPK) oder nach der nationalen Klassifikation und der IPK

**B. RECHERCHIERTE GEBIETE**

Recherchierter Mindestprüfstoff (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole )  
 IPK 7 F02B F02M

Recherchierte aber nicht zum Mindestprüfstoff gehörende Veröffentlichungen, soweit diese unter die recherchierten Gebiete fallen

Während der internationalen Recherche konsultierte elektronische Datenbank (Name der Datenbank und evtl. verwendete Suchbegriffe)

EPO-Internal, WPI Data, PAJ

**C. ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN**

| Kategorie* | Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile   | Betr. Anspruch Nr.  |
|------------|--|---------------------|
| X          | EP 1 170 498 A (PEUGEOT CITROEN<br>AUTOMOBILES SA)<br>9. Januar 2002 (2002-01-09)<br>Zusammenfassung; Abbildungen<br>Spalte 4, Absatz 15 – Spalte 5, Absatz 25 | 1-4, 6-8,<br>11     |
| A          | Spalte 5, Absatz 31 – Absatz 40  | 5, 9, 10,<br>12, 13 |
| X          | WO 03/069149 A (VALEO THERMIQUE MOTEUR;<br>GUERRERO, PASCAL)<br>21. August 2003 (2003-08-21)<br>Zusammenfassung; Abbildungen                                   | 1-8,<br>10-13       |
| A          | Seite 6, Zeile 34 – Seite 8, letzte Zeile<br>Seite 10, Zeile 15 – Seite 15, Zeile 1<br>-----<br>-/--   | 9                   |

☒ Weitere Veröffentlichungen sind der Fortsetzung von Feld C zu entnehmen

☒ Siehe Anhang Patentfamilie

\* Besondere Kategorien von angegebenen Veröffentlichungen :

\*A\* Veröffentlichung, die den allgemeinen Stand der Technik definiert, aber nicht als besonders bedeutsam anzusehen ist

\*E\* älteres Dokument, das jedoch erst am oder nach dem internationalen Anmeldedatum veröffentlicht worden ist

\*L\* Veröffentlichung, die geeignet ist, einen Prioritätsanspruch zweifelhaft erscheinen zu lassen, oder durch die das Veröffentlichungsdatum einer anderen im Recherchenbericht genannten Veröffentlichung belegt werden soll oder die aus einem anderen besonderen Grund angegeben ist (wie ausgeführt)

\*O\* Veröffentlichung, die sich auf eine mündliche Offenbarung, eine Benutzung, eine Ausstellung oder andere Maßnahmen bezieht

\*P\* Veröffentlichung, die vor dem internationalen Anmeldedatum, aber nach dem beanspruchten Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist

\*T\* Spätere Veröffentlichung, die nach dem internationalen Anmeldedatum oder dem Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist und mit der Anmeldung nicht kollidiert, sondern nur zum Verständnis des der Erfindung zugrundeliegenden Prinzips oder der ihr zugrundeliegenden Theorie angegeben ist

\*X\* Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann allein aufgrund dieser Veröffentlichung nicht als neu oder auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden

\*Y\* Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann nicht als auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden, wenn die Veröffentlichung mit einer oder mehreren anderen Veröffentlichungen dieser Kategorie in Verbindung gebracht wird und diese Verbindung für einen Fachmann naheliegend ist

\*Z\* Veröffentlichung, die Mitglied derselben Patentfamilie ist

Datum des Abschlusses der internationalen Recherche

26. April 2005

Absendedatum des internationalen Recherchenberichts

03/05/2005

Name und Postanschrift der Internationalen Recherchenbehörde  
 Europäisches Patentamt, P.B. 5818 Patentlaan 2  
 NL – 2280 HV Rijswijk  
 Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl,  
 Fax: (+31-70) 340-3016

Bevollmächtigter Bediensteter

Döring, M

## C.(Fortsetzung) ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

| Kategorie° | Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile  | Betr. Anspruch Nr.     |
|------------|---|------------------------|
| X          | EP 1 059 432 A (MITSUBISHI HEAVY IND, LTD;<br>GENERAL MOTORS CORP)<br>13. Dezember 2000 (2000-12-13)<br>Zusammenfassung; Abbildungen                  | 1,3,4,6,<br>11         |
| A          | Spalte 3, Absatz 18 – Spalte 4, Absatz 21<br>Spalte 6, Absatz 37 – Spalte 8, Absatz 53  | 2,5,<br>7-10,12,<br>13 |
| P,X        | -----<br>WO 2004/044402 A (PEUGEOT CITROEN<br>AUTOMOBILES SA; TOMASELLI, LUDOVIC; MONIE,<br>NICOLAS) 27. Mai 2004 (2004-05-27)                        | 1-8,10,<br>11          |
| P,A        | Zusammenfassung; Abbildungen<br>Seite 6, Zeile 13 – Seite 8, Zeile 20   | 9,12,13                |
| A          | -----<br>EP 1 091 113 A (CUMMINS ENGINE CO, INC;<br>BEHR GMBH & CO; BEHR AMERICA, INC)<br>11. April 2001 (2001-04-11)<br>Zusammenfassung; Abbildungen | 1-13                   |
| A          | Spalte 3, Absatz 15 – Spalte 5, Absatz 24   |                        |
| A          | -----<br>WO 99/15773 A (TURBODYNE SYSTEMS, INC)<br>1. April 1999 (1999-04-01)<br>Zusammenfassung; Abbildungen   | 1-13                   |
| A          | -----<br>DE 196 33 190 A1 (DAIMLER-BENZ AG)<br>19. Februar 1998 (1998-02-19)<br>Zusammenfassung; Abbildungen  | 1-13                   |
|            | -----   |                        |

# INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Internationales Aktenzeichen

PCT/EP2005/000970

| Im Recherchenbericht<br>angeführtes Patentdokument |    | Datum der<br>Veröffentlichung | Mitglied(er) der<br>Patentfamilie   | Datum der<br>Veröffentlichung  |
|--|----|-------------------------------|---|--|
| EP 1170498   | A  | 09-01-2002                    | FR 2811376 A1<br>EP 1170498 A1  | 11-01-2002<br>09-01-2002   |
| WO 03069149  | A  | 21-08-2003                    | FR 2835884 A1<br>AU 2003214355 A1<br>EP 1474601 A1<br>WO 03069149 A1<br>US 2005034712 A1                          | 15-08-2003<br>04-09-2003<br>10-11-2004<br>21-08-2003<br>17-02-2005                             |
| EP 1059432   | A  | 13-12-2000                    | US 6321697 B1<br>CN 1277928 A ,C<br>DE 60006612 D1<br>DE 60006612 T2<br>EP 1059432 A2<br>JP 2001003747 A          | 27-11-2001<br>27-12-2000<br>24-12-2003<br>16-09-2004<br>13-12-2000<br>09-01-2001               |
| WO 2004044402                                      | A  | 27-05-2004                    | FR 2847004 A1<br>WO 2004044402 A1   | 14-05-2004<br>27-05-2004   |
| EP 1091113   | A  | 11-04-2001                    | US 6244256 B1<br>EP 1091113 A2<br>JP 2001140704 A   | 12-06-2001<br>11-04-2001<br>22-05-2001   |
| WO 9915773   | A  | 01-04-1999                    | AT 242841 T<br>AU 9495198 A<br>DE 69815543 D1<br>DE 69815543 T2<br>EP 1017934 A1<br>WO 9915773 A1<br>US 6138649 A | 15-06-2003<br>12-04-1999<br>17-07-2003<br>29-01-2004<br>12-07-2000<br>01-04-1999<br>31-10-2000 |
| DE 19633190  | A1 | 19-02-1998                    | FR 2752440 A1<br>GB 2316445 A ,B<br>IT RM970504 A1  | 20-02-1998<br>25-02-1998<br>15-02-1999   |